

# ЗЕМЛЕРОБСТВО, ГРУНТОЗНАВСТВО ТА АГРОХІМІЯ

УДК 631.453(477.1)

## СВИНЕЦЬ І КАДМІЙ У ГРУНТАХ АГРОЛАНДШАФТІВ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

**Т.М. Мислива**, к.с.-г.н., доцент, Житомирський національний агроекологічний університет

*Встановлені особливості міграції Pb і Cd за профілем основних типів ґрунтів агроландшафтів, визначені коефіцієнти концентрації міцнофіксованих форм політантів у верхньому 0-20 см горизонті ґрунтового профілю. Встановлено, що пріоритетним забруднювачем ґрунтового покриву є свинець, вміст міцнофіксованих форм якого перевищує фон у 9 – 15 разів.*

*Ключові слова:* свинець, кадмій, ґрунт, агроландшафти, забруднення, коефіцієнт концентрації.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Техногенне забруднення внаслідок дії промислових емісій політантів є наразі однією з основних причин погіршення екологічного стану навколишнього середовища в цілому та ґрунтових систем зокрема. Серед антропогенних забруднювачів педосфери одне з провідних місць належить важким металам. Потрапляючи в ґрунт у кількостях, що перевищують гранично допустимі концентрації, вони негативно впливають на виконання ним основних екологічних функцій – фізичних, хімічних та біохімічних, погіршуючи тим самим родючість, і таким чином виявляючи як прямий, так і опосередкований негативний вплив на природні фітоценози та агроценози. Слід зазначити, що внаслідок прогресуючого посилення антропогенного впливу на довкілля, погіршення екологічної ситуації, пов'язане зі зростанням концентрації політантів у компонентах природних і штучних екосистем, спостерігається не лише на території великих мегаполісів та промислово розвинених регіонів, а й далеко за їх межами – в аграрних регіонах, зокрема й у Поліссі. Однак моніторингових досліджень щодо оцінки рівня забруднення важкими металами, насамперед свинцем і кадмієм, агроекосистем у Житомирській області за останні 35-40 років практично не проводилось. Вивчення ж форм знаходження і міграції хімічних елементів у ґрунтах та питань особливостей вертикального розподілу валових і міцнофіксованих форм Pb і Cd за профілем ґрунту дасть змогу оцінити як загальний ступінь забруднення ґрунтового покриву агроландшафтів, так і вірогідність накопичення політантів фітоценозами.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням забруднення важкими металами ґрунтового покриву присвячена численна кількість досліджень [11, 12, 28, 35 та ін.]. Наразі увага вчених зосереджена на вивченні питань екогеохімії ландшафтів у зонах агрогенезу (агроландшафти), техногенезу (гірничо-промислові ландшафти у місцях видобутку корисних копалин, промислові ландшафти) та урбогенезу (у міських агломераціях та мегаполісах) [1, 6, 20, 26, 33 та ін.]. Значна частка наукових праць присвячена безпосередньо особливостям міграції і акумуляції окремих хімічних елементів у ґрунтовому покриві

України. Дослідження Ю.М. Дмитрука [8] присвячені особливостям профільного розподілу міді і цинку в ґрунтах Карпатського регіону, А.І. Мельника [16] – міграції і акумуляції важких металів у ґрунтах Чернігівської області, С.С. Руденка і С.С. Костишина – у ґрунтах слабоурбанізованих та агроландшафтів Чернівецької області [14, 27]. Характер розподілу Zn у ґрунтах Харківської області досліджено в роботі М.М. Мірошніченка та А.І. Фатеева [22], особливості міграції й акумуляції важких металів у ґрунтах лучних і лісових ландшафтів заповідних територій – у роботах А.І. Самчука та Е.Я. Жовінського [2, 3], агроселітебних ландшафтів – Т.М. Мисливої і Л.О. Герасимчук [19, 21]. Досить активно проводяться дослідження щодо оцінки рівня забруднення важкими металами ґрунтового покриву територій, техногенно порушених внаслідок видобутку корисних копалин, насамперед, відкритим способом [1, 13, 33], ґрунтів у межах впливу звалищ твердих побутових відходів, смуг відчуження залізничних колій [16, 29].

Значно менша кількість досліджень присвячена питанням міграції й акумуляції у ґрунтовому профілі токсикантів, зокрема свинцю і кадмію. Оскільки ці елементи не є фізіологічно необхідними для рослин, в агроекологічних дослідженнях їм не приділялось належної уваги. Хоча в літературі наявна певна кількість відомостей щодо забруднення ґрунту свинцем [15] та кадмієм [23, 31], вони носять фрагментарний характер і переважно стосуються питань горизонтальної міграції Pb і Cd в умовах техногенно забруднених територій Донецько-Придніпровського регіону, а також агроландшафтів Лісостепу і Степу [7, 25, 30]. Зона ж Полісся залишилась поза увагою дослідників, хоча в окремих працях [34] вказується на хімічне забруднення її території Pb, що може призвести до проблем зі здоров'ям людей.

**Формулювання цілей статті.** Зважаючи на вище наведене, нами було поставлено за мету визначити закономірності поширення валових і міцнофіксованих форм Pb і Cd у ґрунтах агроландшафтів Житомирського Полісся, встановити особливості їх розподілу за генетичними горизонтами ґрунтового профілю для різних типів ґрунтів та оцінити рівень забруднення ґрунтового покриву агроландшафтів на основі визначення геохімі-

чних коефіцієнтів.

**Вихідний матеріал, методика та умови проведення дослідження.** Дослідження ґрунтового покриву агроландшафтів виконували впродовж 2003 – 2012 рр. у межах поліської частини Житомирської області на території Баранівського, Брусилівського, Володарсько – Волинського, Ємільчинського, Коростенського, Коростишівського, Лугинського, Малинського, Народицького, Новоград – Волинського, Овруцького, Олевського, Радомишльського, Червоноармійського та Черняхівського адміністративних районів. Зразки ґрунту відбирали згідно з вимогами методики [17] та ДСТУ ISO 10381-4:2005. (ISO 10381-4:2003, IDT); їх підготовка до проведення аналізу виконувалась згідно з вимогами методики [18] та ДСТУ ISO 11464:2007 (ISO 11464:2006, IDT). Екстрагування валових форм важких металів, що містяться у ґрунті, проводили концентрованою  $\text{HNO}_3$  згідно з вимогами [18], а екстрагування міцнофіксіваних форм важких металів –  $1\text{н HNO}_3$ . Визначення концентрації хімічних елементів виконували методом атомно – абсорбційної спектроскопії на приладі марки С 115–1М. Оцінку вмісту Pb і Cd у ґрунті здійснювали на основі визначення таких геохімічних коефіцієнтів, як коефіцієнт концентрації хімічного елемента ( $K_p$ ) [30] та індекс насиченості ним ґрунту  $I_{\text{ел}}$  [10]. Статистична обробка експериментальних даних була проведена з використанням пакету прикладних програм Microsoft Excel та Statistica 6.0.

**Виклад основного матеріалу.** Свинець не належить до групи фізіологічно необхідних мікроелементів. Згідно із стандартом ступенем небез-

печності для живих організмів його віднесено до першого (вищого) класу небезпеки. Природний вміст свинцю у ґрунтах ускладнюється від материнських порід і для ґрунтів України коливається в межах від 9 мг/100 г у піщаних відкладах до 90 мг/кг ґрунту в елювії – делювії. Середній вміст цього елемента у різних типах ґрунтів коливається від  $0,37 \cdot 10^{-3}$  до  $4,33 \cdot 10^{-3}$  % [12, 32]. Його валовий вміст у ґрунтах України в середньому становить 8 – 12 мг/кг ґрунту і коливається від 10,7 мг/кг (Лісостеп) до 15,3 мг/кг (Степ), поступово зростаючи з північного заходу на південь. Низьким вмістом валових форм свинцю характеризуються ґрунти Криму – 10 мг/кг і Полісся – 11,4 мг/кг [35]. У Лісостепу певне підвищення вмісту валового свинцю приурочене до солонцюватих ґрунтів Полтавської області, а в Донбасі – до залягання чорноземів звичайних. Найвищим вмістом свинцю характеризуються ґрунти Карпатської зони (Передкарпаття, Карпати й Закарпаття), де його кількість в окремих ґрунтах досягає 240 мг/кг ґрунту [8, 9]. Характер розподілу рухомих форм свинцю у ґрунтах України аналогічний до розподілу їх валових форм, а вміст зменшується від ґрунтів Полісся до ґрунтів Лісостепу, Степу і Криму [22].

ґрунти Житомирського Полісся характеризуються відносно низьким вмістом валового свинцю, який коливається в середньому від 5 до 20 мг/кг, що обумовлено, насамперед, якісним складом ґрунотворних порід, легким гранулометричним складом ґрунту і низьким вмістом у ньому гумусу. (табл. 1).

Таблиця 1

**Вміст валових форм свинцю в окремих ґрунтових відмінах агроландшафтів Житомирського Полісся, 2003-2012 рр., шар ґрунту 0-20 см**

Назва ґрунту	Обстежена площа, га	Інтервал вмісту елемента, мг/кг				
		2–5	5–10	10–15	15–20	20–30
Дерново-слабодізолистий піщаний на флювіогляціальних відкладах	45	9,5 21	26,5 59	9,0 20	-	-
Дерново-середньодізолистий супіщаний на флювіогляціальних відкладах	80	8,0 10	52,8 66	19,2 24	-	-
Дерново-середньодізолистий супіщаний на морені	60	-	40,8 68	19,2 32	-	-
Ясно-сірий опідзолений супіщаний на лесовидних суглинках	50	-	12,5 25	31,5 63	6,0 12	-
Сірий опідзолений крупнопилувато-легкосуглинковий на лесовидних суглинках	50	-	9,0 18	33,5 67	7,5 15	-
Темно-сірий опідзолений піщано-легкосуглинковий на лесовидних суглинках	40	-	-	10,4 26	24,0 60	5,6 14
Дерновий глибокий глейовий супіщаний на водно льодовикових відкладах	40	-	-	5,2 13	27,2 68	7,6 19
Лучний опідзолений суглинковий на безкарбонатних глинах	40	-	3,2 8	23,2 58	7,6 19	6,0 15

Примітка: чисельник – га; знаменник – % від обстеженої площі.

Максимальним вмістом валового свинцю – 16 – 20 мг/кг характеризуються темно – сірі опідзолені, дернові і лучні ґрунти (від 20 до 60 % обстеженої площі), а мінімальним – 5,3 – 5,8 мг/кг – дерново-підзолисті піщані, сформовані на бідних на свинець флювіогляціальних і давньоалу-

віальних відкладах ґрунти (від 10 до 20 % обстеженої площі). Високі коефіцієнти варіації вмісту цього елемента у ґрунтах (від 18 % до 32 %) свідчать про нерівномірність і мозаїчність його розподілу, що викликане антропогенним привнесенням даного полютанта у довкілля.

Вісник Сумського національного аграрного університету

Серія «Агрономія і біологія», випуск 3 (25), 2013

Щодо міцнофіксованих форм свинцю, то мінімальні їх концентрації характерні для ґрунтів легкого гранулометричного складу, насамперед, піщаних. Максимальну кількість міцнофіксованого свинцю вміщують дерново-підзолисті глейові та поверхнево оглеєні ґрунти, від 70 до 75 % обстежених площ яких мають вміст цього елемента на рівні понад 6 мг/кг. Встановлено також наявність середнього негативного кореляційного зв'язку ( $r = -0,68 \dots -0,73$ ) між вмістом у досліджуваних ґрунтах орних земель міцнофіксованих форм Pb і вмістом гумусу. Причиною цього, на наш погляд, є те, що Pb здатний утворювати комплексні сполуки з органічною речовиною ґрунту, внаслідок чого

він стає тимчасово недоступним для рослин. Це положення підтверджують і дослідження інших авторів, якими встановлено спадаючий ряд елементів, здатних утворювати органо-мінеральні комплекси, який має вигляд:  $Cu > Pb > Cd > Zn$  [5].

Свинець є забруднювачем ґрунтового покриття агроєкосистем Житомирського Полісся, оскільки навіть мінімальні його концентрації в ґрунті кратні трьом фонам (табл. 2). Коефіцієнти його концентрації коливаються залежно від типу ґрунту в межах 9 – 11 у ґрунтах піщаного гранулометричного складу, підстелених елювієм масивно кристалічних порід, до 12 – 15 у глейових та ясносірих опідзолених ґрунтах.

Таблиця 2

**Коефіцієнт концентрації  $K_c$  міцнофіксованих форм свинцю та індекс насиченості свинцем  $I_{Pb}$  окремих ґрунтових відмінах агроландшафтів Житомирського Полісся, 2003-2012 рр., шар ґрунту 0-20 см**

Назва ґрунту	Обстежена площа, га	$K_c$			Індекс насиченості ґрунту, $I_{Pb}$
		середнє значення межі коливання	$\leq 3$	$> 3$	
Дерново-підзолистий глеуватий супіщаний	145	<u>10,63</u> 3,05-17,28	-	<u>*145</u> 100	<u>**3,26</u> 1,75-4,16
Дерново-підзолистий глеуватий легкосуглинковий	80	<u>12,75</u> 6,58-21,23	-	<u>80</u> 100	<u>3,57</u> 2,56-4,61
Дерново-підзолистий супіщаний глейовий	55	<u>14,73</u> 9,28-23-18	-	<u>55</u> 100	<u>3,84</u> 3,05-4,81
Дерново-підзолистий глейовий супіщаний осушений	70	<u>11,85</u> 7,25-18,70	-	<u>70</u> 100	<u>3,44</u> 2,69-4,32
Дерново-підзолистий глинисто-піщаний глейовий	90	<u>12,58</u> 8,50-14,83	-	<u>90</u> 100	<u>3,55</u> 2,92-3,85
Дерново-підзолистий неоглеєний глинисто – піщаний	80	<u>9,60</u> 1,98-13,0	<u>7,2</u> 9	<u>72,8</u> 91	<u>3,10</u> 1,41-3,61
Дерново-підзолистий глинисто-піщаний, підстелений елювієм масивно-кристалічних порід	80	<u>14,60</u> 8,83-23,0	-	<u>80</u> 100	<u>3,82</u> 2,97-4,80
Дерново-підзолистий супіщаний, підстелений елювієм масивно-кристалічних порід	90	<u>11,40</u> 4,63-14,80	-	<u>90</u> 100	<u>3,38</u> 2,15-3,85
Дерново-підзолистий піщаний, підстелений елювієм масивно-кристалічних порід	55	<u>9,08</u> 3,73-13,85	-	<u>55</u> 100	<u>3,01</u> 1,93-3,72
Дерново-підзолистий глеуватий глинисто-піщаний	90	<u>10,58</u> 6,80-16,28	-	<u>90</u> 100	<u>3,25</u> 2,61-4,03
Дерново-підзолистий глейовий глинисто-піщаний і супіщаний осушений	80	<u>15,35</u> 9,25-23,28	-	<u>80</u> 100	<u>3,92</u> 3,04-4,82
Дерново-підзолистий неоглеєний супіщаний	50	<u>6,30</u> 1,55-11,13	<u>5,5</u> 11	<u>44,5</u> 89	<u>2,51</u> 1,24-3,34
Дерново-підзолистий супіщаний поверхнево-глеуватий	80	<u>15,75</u> 9,78-25,45	-	<u>80</u> 100	<u>3,97</u> 3,13-5,04
Дерново-підзолистий неоглеєний піщаний	80	<u>11,55</u> 4,28-16,10	-	<u>80</u> 100	<u>3,40</u> 2,07-4,01
Дерново-підзолистий неоглеєний глинисто-піщаний	80	<u>8,28</u> 1,50-12,05	<u>14,4</u> 18	<u>65,6</u> 82	<u>2,88</u> 1,22-3,47
Ясно-сірий опідзолений глеуватий супіщаний	50	<u>15,83</u> 9,80-20,28	-	<u>50</u> 100	<u>3,98</u> 3,13-4,50
Ясно-сірий опідзолений легкосуглинковий	50	<u>15,05</u> 8,33-19,08	-	<u>50</u> 100	<u>3,88</u> 2,89-4,37

Примітка: \*чисельник – га; знаменник – % від обстеженої площі;

\*\* – чисельник – середнє значення показника, знаменник – межі коливання показника.

Не було зафіксовано наявності у ґрунтах свинцю в концентраціях, еквівалентних його фоновому вмісту, і лише від 10 до 20 % обстежених площ дерново – підзолистих неоглеєних глинисто-піщаних ґрунтів вміщували від 0,4 до 1,2 мг/кг ґрунту цього елемента. Про інтенсифікацію про-

цесів акумуляції свинцю в орному шарі ґрунтів агроландшафтів свідчить і величина індексу насиченості ґрунту цим елементом, яка коливається від 2,5 до 3,9 і відповідає високому ступеню насичення. Оскільки валовий вміст свинцю як у ґрунтоутворюючих породах, так і у самих ґрунтах

Полісся невисокий, природно припустити, що підвищений вміст його міцнофіксованих форм у ґрунтах орних земель зумовлений виключно антропогенезом. Джерелами потрапляння свинцю в екосистему є: викиди металургійних підприємств, автомобільний транспорт, осади промислових і побутових стічних вод, а також хімічні засоби захисту рослин (інсектициди), до складу яких він входить. Щодо Житомирського Полісся, то джерелом забруднення його ґрунтового покриву свинцем вірогідно можуть бути й постчорнобильські випадіння цього елемента, на що, зокрема, вказано й у роботі [34]. Слід зауважити, що під час моніторингових спостережень за екологічним станом ґрунтового покриву особливу увагу необхідно приділяти, насамперед, оцінці рівнів вмісту у ґрунті міцнофіксованих форм свинцю, як найбільш вірогідних потенційних забруднювачів продукції агроценозів.

Характерною рисою Pb є його акумуляція у верхніх генетичних горизонтах, багатих на органічну речовину, та у верхній частині ілювіального горизонту, що пов'язано із вилуговуванням цього елемента у вигляді розчинних хелатних комплек-

сів з органічними сполуками. Зазначена закономірність є результатом комплексної дії природних (біологічна акумуляція) і техногенних (привнесена в якості забруднювача) чинників. Тенденція до збільшення концентрації свинцю у верхньому гумусовому горизонті простежується й для сірих опідзолених ґрунтів. Вміст як валових, так і міцнофіксованих форм цього елемента підвищується від ясно-сірих до темно-сірих ґрунтів пропорційно до поважчання гранулометричного складу як материнської породи, так і самих ґрунтів, та збільшення вмісту у них органічної речовини. Дернові і болотні ґрунти також здатні накопичувати свинець у верхніх генетичних горизонтах, багатих на органічну речовину.

Основні ґрунтоутворюючі породи Полісся природно бідні на кадмій [20], особливо мало його вміщують флювіогляціальні і давньоалювіальні піщані відклади, а також продукти вивітрювання кристалічних порід. У зв'язку з цим і ґрунти Полісся характеризуються відносно низькими запасами валового кадмію, які коливаються в середньому від 0,14 до 56 мг/кг (табл. 3).

Таблиця 3

**Вміст валових форм кадмію в окремих ґрунтових відмінах агроландшафтів Житомирського Полісся, 2003-2012 рр., шар ґрунту 0-20 см**

Назва ґрунту	Обстежена площа, га	Інтервал вмісту елемента, мг/кг				
		0,10-0,20	0,20-0,40	0,40-0,60	0,60-0,80	0,80-1,0
Дерново-слабопідзолистий піщаний на флювіогляціальних відкладах	45	<u>35,1</u> 78	<u>9,9</u> 22	-	-	-
Дерново-середньопідзолистий супіщаний на флювіогляціальних відкладах	80	<u>29,6</u> 37	<u>50,4</u> 63	-	-	-
Дерново-середньопідзолистий супіщаний на морені	60	<u>10,2</u> 17	<u>35,4</u> 59	<u>14,4</u> 24	-	-
Ясно-сірий опідзолений супіщаний на лесовидних суглинках	50	-	<u>31,0</u> 62	<u>13,0</u> 26	<u>6,0</u> 12	-
Сірий опідзолений крупнопилувато-легкосуглинковий на лесовидних суглинках	50	-	<u>5,0</u> 10	<u>38,0</u> 76	<u>7,0</u> 14	-
Темно-сірий опідзолений піщано-легкосуглинковий на лесовидних суглинках	40	-	<u>2,4</u> 6	<u>31,2</u> 78	<u>6,4</u> 16	-
Дерновий глибокий глейовий супіщаний на водно льодовикових відкладах	40	-	<u>1,6</u> 4	<u>26,8</u> 67	<u>9,2</u> 23	<u>2,4</u> 6
Лучний опідзолений суглинковий на безкарбонатних глинах	40	-	<u>1,6</u> 4	<u>24,8</u> 62	<u>9,6</u> 24	<u>4,0</u> 10

Примітка: чисельник – га; знаменник – % від обстеженої площі.

Максимальним вмістом міцнофіксованих форм кадмію характеризуються ґрунти більш важкого гранулометричного складу, багаті на органічну речовину, а також ті, що мають ознаки оглеєння. В агроландшафтах від 20 до 80 % обстежених площ ґрунтів мають вміст цього елемента на рівні 0,4 – 0,6 мг/кг, а від 12 до 24 % – на рівні від 0,6 до 0,8 мг/кг. Найбіднішими на валовий кадмій є ґрунти, сформовані на флювіогляціальних і давньоалювіальних пісках (0,12 – 0,26 мг/кг). Оскільки на фіксацію кадмію в ґрунті чинять вплив, насамперед, процеси його адсорбції на глинистих частках, при поважчанні гранулометричного складу ґрунту чітко простежується тенденція до зростання вмісту в ньому валового кадмію до 0,8 – 1,0 мг/кг.

Кадмій, який потрапив у ґрунт, присутній у ньому, в основному, в доступному для рослин стані, що має негативне екологічне значення. Рухомою формою зумовлює порівняно високу міграційну здатність елемента в ландшафті і призводить до підвищеної забрудненості потоку речовин, що надходять із ґрунту в рослини. Щодо ґрунтового покриву агроландшафтів Житомирського Полісся, то мінімальний вміст міцнофіксованих форм кадмію, який становить 0,03 – 0,07 мг/кг, характерний для ґрунтів легкого гранулометричного складу, насамперед, піщаних, підстелених елювієм масивно-кристалічних порід. Максимальну кількість міцнофіксованих форм цього елемента накопичують дерново – підзолисті та ясно – сірі опідзолені супіщані глейові ґрунти, у 0-20

Вісник Сумського національного аграрного університету

Серія «Агрономія і біологія», випуск 3 (25), 2013

см шарі яких концентрується понад 0,2 мг/кг Cd. Кількість рухомих форм кадмію зростає зі збільшенням вмісту органічної речовини та поважчанням гранулометричного складу ґрунту. На переважно техногенну природу його походження в ґрунті вказують високі коефіцієнти варіації вмісту міцнофіксованих форм – 60 – 82 %, оскільки поліюант завжди має більш високий ступінь варіювання у просторі, ніж педогенний елемент. Джерелами потрапляння кадмію в екосистеми є промислові викиди, осади промислових і побутових стічних вод, сільськогосподарська діяльність (застосування фосфорних мінеральних добрив, вапнякових матеріалів) та викиди автотранспорту (гума автомобільних шин і мастильні матеріали вміщують кадмій). Близько 80 % антропогенних викидів цього поліюанта пов'язані з виробництвом міді, свинцю, цинку і кадмію; біля 45 % загального забруднення цим елементом припадає на виплавку кадмію з руд; 52 % кадмію надходить в

атмосферу внаслідок спалювання чи переробки виробів, що його вміщують [4, 32]. Значні кількості кадмію можуть потрапляти у ґрунт при внесенні мінеральних добрив: вміст його у фосфорних добривах, залежно від місця походження фосфатної сировини, може коливатись від 0,76-0,77 г/т P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Росія) до 43-49 г/т P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Марокко) і навіть досягати 176-218 г/т P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Туніс) [12, 32].

Для ґрунтів природних і агроландшафтів Полісся кадмій не виступає як пріоритетний елемент – забруднювач, оскільки коефіцієнт його концентрації лише в окремих випадках досягає 1,1 – 1,3, в середньому коливаючись від 0,15 до 0,95 (табл. 4). Проте, зважаючи на те, що хімічні і фізико-хімічні властивості ґрунтів Полісся досить сприятливі для підвищеної міграції кадмію у системі «ґрунт – рослина» або «ґрунт – вода», навіть на мало забруднених ґрунтах можливе одержання забрудненої рослинницької продукції.

Таблиця 4

**Коефіцієнт концентрації K<sub>c</sub> міцнофіксованих форм кадмію та індекс насиченості кадмієм І<sub>pCd</sub> окремих ґрунтових відмін агроландшафтів Житомирського Полісся, 2003-2012 рр., шар ґрунту 0-20 см**

Назва ґрунту	Обстежена площа, га	K <sub>c</sub>			Індекс насиченості ґрунту, І <sub>pCd</sub>
		середнє значення межі коливання	≤ 1	> 1	
Дерново-підзолистий глеуватий супіщаний	145	0,75 0,10-0,90	145 100	-	0,87 0,32-0,95
Дерново-підзолистий глеуватий легкосуглинковий	80	1,10 0,30-1,80	21,6 27	58,4 73	1,05 0,55-1,34
Дерново-підзолистий супіщаний глейовий	55	0,95 0,45-1,70	16,0 73	39,0 27	0,97 0,67-1,30
Дерново-підзолистий глейовий супіщаний осушений	70	0,85 0,30-1,0	70 100	-	0,92 0,55-1,0
Дерново-підзолистий глинисто-піщаний глейовий	90	0,90 0,40-1,10	81,9 91	8,1 9	0,95 0,63-1,05
Дерново-підзолистий неоглесний глинисто – піщаний	80	0,65 0,10-0,80	80 100	-	0,81 0,32-0,89
Дерново-підзолистий глинисто-піщаний, підстелений елювієм масивно-кристалічних порід	80	0,35 0,20-0,55	80 100	-	0,59 0,45-0,74
Дерново-підзолистий супіщаний, підстелений елювієм масивно-кристалічних порід	90	0,25 0,15-0,40	90 100	-	0,50 0,39-0,63
Дерново-підзолистий піщаний, підстелений елювієм масивно-кристалічних порід	55	0,15 0,10-0,25	55 100	-	0,39 0,32-0,50
Дерново-підзолистий глеуватий глинисто-піщаний	90	0,85 0,25-1,20	69,3 77	20,7 23	0,92 0,50-1,10
Дерново-підзолистий глейовий глинисто-піщаний осушений	80	1,25 0,30-1,90	14,4 18	65,6 82	1,12 0,55-1,38
Дерново-підзолистий неоглесний супіщаний	50	0,80 0,55-1,15	39,5 79	10,5 21	0,89 0,74-1,07
Дерново-підзолистий супіщаний поверхнево-глеуватий	80	1,0 0,35-1,65	53,6 67	26,4 33	1,0 0,59-1,28
Дерново-підзолистий неоглесний піщаний	80	0,55 0,30-0,85	80 100	-	0,74 0,55-0,92
Дерново-підзолистий неоглесний глинисто-піщаний	80	0,40 0,20-0,60	80 100	-	0,63 0,45-0,77
Ясно-сірий опідзолений глеуватий супіщаний	50	1,30 0,75-1,95	6,5 13	43,5 87	1,14 0,87-1,40
Ясно-сірий опідзолений легкосуглинковий	50	1,10 0,75-1,70	10,0 5,0	45,0 90	1,05 0,87-1,30

Примітка: \*чисельник – га; знаменник – % від обстеженої площі;

\*\* – чисельник – середнє значення показника, знаменник – межі коливання показника.

Міграція кадмію за профілем дерново-підзолистого ґрунту має чітко виражений елювіально-ілювіальний характер. Має місце збіднення на кадмій елювіальних горизонтів, із яких він інтенсивно вимивається у нижні ілювіальні горизонти. Відсоток міцнофіксованих форм кадмію від його валового вмісту у дерново-підзолистих ґрунтах є найвищим серед усіх досліджуваних елементів і коливається від 24 до 40 %. Це вказує на можливість їх накопичення рослинними організмами навіть на незабруднених ґрунтах. Вміст валових і міцнофіксованих форм Cd зростає зі збільшенням вмісту у ґрунті фізичної глини і підвищується від піщаних до суглинкових ґрунтів. Збагачення на Cd верхнього гумусового горизонту пов'язане із його техногенно-антропогенним привнесенням та збідненням елювіального горизонту, із якого цей елемент інтенсивно вимивається у нижній ілювіальний горизонт. Для ясно-сірого опідзоленого ґрунту характерним є зниження вмісту кадмію в елювіально-гумусовому горизонті та зростання його концентрації в напрямку до материнської породи.

Однак, у сірому опідзоленому ґрунті ця тенденція вже не прослідковується, а характер міграції Cd за ґрунтовим профілем має чітко виражений радіальний характер. У темно-сірого опідзоленого ґрунту кадмій розподіляється рівномірно по всьому ґрунтовому профілю, дещо збільшуючись у материнській породі. Характер

міграції валових і міцнофіксованих форм кадмію у дернових і болотних ґрунтах має чітко виражену радіальну спрямованість і зменшується від верхніх горизонтів до материнської породи.

**Висновки.** 1. У ґрунтовому покриві агроландшафтів Житомирського Полісся фіксується відносно низький вміст валових і міцнофіксованих форм кадмію і валових форм свинцю. 2. Для ґрунтів агроландшафтів Cd не є забруднювачем, а коефіцієнт його концентрації в середньому коливається від 0,15 до 0,95. Характер міграції Cd за профілем дерново-підзолистих ґрунтів має чітко виражений елювіально-ілювіальний характер, сірих опідзолених – радіальний характер, а у темно-сірих опідзолених ґрунтах Cd розподіляється рівномірно по всьому ґрунтовому профілю. 3. Пріоритетним забруднювачем ґрунтового покриву в агроландшатах виступає свинець, коефіцієнти концентрації міцнофіксованих форм якого коливаються залежно від типу ґрунту від 9 – 11 у ґрунтах піщаного гранулометричного складу, підстелених елювієм масивно кристалічних порід, до 12 – 15 у дерново-підзолистих глейових та ясно-сірих опідзолених ґрунтах. 4. Характерною рисою Pb є його акумуляція у верхніх генетичних горизонтах, багатих на органічну речовину, та у верхній частині ілювіального горизонту, що пов'язано із вилугуванням цього елемента у вигляді розчинних хелатних комплексів з органічними сполуками.

#### **Список використаної літератури:**

1. Біогеохімічні показники ґрунтів у зоні впливу Костянтинівського свинцево-цинкового комбінату / І. В. Кураєва, В. Й. Манічев, С. В. Олішевська [та ін.] // Мінерал. журн. – 2009. – 31, № 1. – С. 58 - 62.
2. Важкі метали у ґрунтах заповідних зон України / Е.Я. Жовінський, І. В. Кураєва, А. І. Самчук [та ін.]; за ред. Е. Я. Жовінського. – К. : Логос, 2005. – 104 с.
3. Важкі метали у ґрунтах Поліського заповідника / [Е. Я. Жовінський, А. І. Самчук, В. Й. Манічев, Г. В. Петріченко] // Мінерал. журн. – 2004. – 26, № 2. – С. 47 - 53.
4. Ведення сільськогосподарського виробництва у приватному секторі в умовах посиленого антропогенного впливу на навколишнє середовище / Т. М. Мислива, П. П. Надточій, Л. О. Герасимчук [та ін.]; за ред. Т. М. Мисливої. – Житомир, 2011. – 50 с.
5. Влияние высоких концентраций тяжелых металлов на гумусное состояние и биологическую активность чернозема обыкновенного карбонатного / О. С. Безуглова, В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев [и др.] // Известия высших учебных заведений. – Северо-Кавказский регион. Сер. Естественные науки. – 1999. – №2. – С. 65 - 71.
6. Вовк О. Б. Особливості ґрунтового моніторингу в умовах міста (на прикладі м. Львова) / О. Б. Вовк // Екологія та ноосферологія. – 2007. – Т. 18, № 1-2. – С. 57 - 63.
7. Геохімічні особливості розподілу важких металів у ґрунтах і рослинах балочного рельєфу лісостепової зони (на прикладі Полтавської області) / В. О. Стадник, А. І. Самчук, Б. О. Батієвський [та ін.] // Мінерал. журн. – 2004. – 26, № 2. – С. 54 - 60.
8. Дмитрук Ю. М. Геохімічні особливості ґрунтів агроландшафтів Передкарпаття / Ю. М. Дмитрук // Вісн. аграрн. науки. – 2005. – № 5. – С. 51 - 55.
9. Дмитрук Ю. М. До питання методики геохімічної характеристики ґрунтового покриву екосистем / Ю. М. Дмитрук // Агроеколог. журн. – 2004. – № 4. – С. 56 - 63.
10. Дмитрук Ю. М. Оцінка вмісту нікелю в ґрунтах Покутсько-Буковинських Карпат на основі геохімічних коефіцієнтів / Ю. М. Дмитрук // Ґрунтознавство. – 2003. – Т. 4. – № 1 – 2. – С. 78 - 83.
11. Жовинский Э. Я. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / Э. Я. Жовинский, И. В. Кураева. – К. : Наук. думка, 2002. – 214 с.
12. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях; пер. с англ. / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М. : Мир, 1989. – 439 с.

13. Козловський В. І. Важкі метали в екосистемах техногенно порушених територій Яворівського родовища сірки (Передкарпаття) / В. І. Козловський // *Наук. зап. Держ. природознав. музею.* – 2009. – Вип. 25. – С. 99 - 110.
14. Костишин С. С. Природний та антропогенно трансформований рівень рухомих форм важких металів та алюмінію в ґрунтах різних природних зон Чернівецької області України / С. С. Костишин, С. С. Руденко, Т. В. Морозова // *Наук. вісн. Чернівецьк. ун-ту. Серія: Біологія.* – 2001. – Вип. 126. – С. 70 - 84.
15. Макаренко Н. А. Рухомість свинцю у різних типах ґрунтів України під впливом природних та антропогенних чинників / Н. А. Макаренко, І. В. Паращенко // *Агроеколог. журн.* – 2007. – №3. – С. 34 - 39.
16. Мельник А. І. Моніторинг вмісту важких металів у ґрунтах Чернігівської області / А. І. Мельник, Г. О. Усманова // *Агроекологічн. журн.* – 2008. – Спец. вип. – С. 178 - 181.
17. Методика суцільного ґрунтового агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України / за ред. О. О. Созінова, Б. С. Прістера. – К., 1994. – 162 с.
18. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М. : ЦИНАО, 1991. – 58 с.
19. Мислива Т. М. Важкі метали в урбаноземах агроселітебних ландшафтів південно-західної частини м. Житомира / Т. М. Мислива, Л. О. Герасимчук // *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України.* – Сер. Агрономія. – 2011. – Вип. 162, ч. 1. – С. 155 – 165.
20. Мислива Т. М. Важкі метали у ґрунтах агроландшафтів Житомирського Полісся / Т. М. Мислива, В. А. Трембіцький // *Агроеколог. журн.* – 2009. – №4. – С. 30 - 35.
21. Мислива Т. М. Особливості накопичення важких металів в урбаноземах м. Житомир / Т. М. Мислива // *М-ли міжнар. наук.-практ. конф. [Сучасне ґрунтознавство: наукові проблеми та методологія викладання]*, (Київ, 29-30 травня 2012 р.) / Кабінет Міністрів України [та ін.]. – Київ, 2012. – С. 183 – 189.
22. Мірошниченко М. М. Агрогеохімія мікроелементів у ґрунтах України / М. М. Мірошниченко, А. І. Фатєєв // *Агрохімія і ґрунтознавство: міжвід. темат. наук. зб. – спец. вип. – Кн. 1.* – Житомир : Рута, 2010. – С. 98 - 107.
23. Мірошниченко М. М. Рухомість кадмію у ґрунтах і його транслокація до рослин / М. М. Мірошниченко, А. І. Фатєєв, Д. О. Семенов // *Науковий вісник Чернівецького ун-ту.* – 2005. – Вип. 257. – С. 112 - 117.
24. Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ: ГОСТ 17.4.3.06-86 [Чинний від 1986-10-03]. – Госстандарт СССР, 1986. – [Електронний ресурс]: Режим доступу: [www.vsesnip.com/Data1/8/8934/index.htm](http://www.vsesnip.com/Data1/8/8934/index.htm).
25. Параняк Р. П. Шляхи надходження важких металів в довкілля та їх вплив на живі організми / Р. П. Параняк, Л. П. Васильцева, Х. І. Макух // *Біологія тварин.* – 2007. – Т. 9, № 3. – С. 83 – 89.
26. Природный комплекс большого города (ландшафтно-экологический анализ) / Э. Г. Коломыц, О. В. Глебова, В. П. Юнина [и др.]. – М. : Наука, 2000. – 286 с.
27. Руденко С. С. Порівняльний аналіз забруднення агроландшафтів Чернівецької області важкими металами та алюмінієм / С. С. Руденко, С. С. Костишин, Т. В. Морозова // *Екологія та ноосферологія.* – 2003. – Т. 14, № 3-4. – С. 73 - 78.
28. Самчук А. І. Важкі метали у ґрунтах Українського Полісся та Київського мегаполісу / А. І. Самчук, І. В. Кураєва, О. С. Єгоров. – К. : Наук. думка, 2006. – 108 с.
29. Семенов А. Д. Забруднення важкими металами ґрунту і рослин у смугах відчуження залізничних колій / А. Д. Семенов, В. П. Сахно, В. М. Мартиненко // *Агроекол. журн.* – 2008. – № 3. – С. 50 - 53.
30. Семенов Д. О. Рухомі форми кадмію у ґрунтах Лісостепу та Степу України / Д. О. Семенов // *Вісник ХНАУ.* – 2008. – №2. – С. 126 - 129.
31. Семенов Д. О. Рухомість кадмію у системі ґрунт-рослина / Д. О. Семенов // *Вісник аграрної науки.* – 2008. – №9. – С. 73 - 75.
32. Соколов О. А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие / О. А. Соколов, В. А. Черников // *Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды.* – Кн. 1. – Пушино : ОНТИ ПНЦ РАН, 1999. – 164 с.
33. Трунова О. І. Екологічна оцінка стану забруднення ґрунтів району відвалу фосфогіпсу ВАТ «Сумхімпром» важкими металами / О. І. Трунова // *Вісн. Сум. держ. ун-ту.* – Сер. Техн. науки. – 2006. – № 5. – С. 135 - 138.
34. Тяжелые металлы в почве Украины / [И. М. Трахтенберг, В. М. Шестопалов, М. В. Набока, О. А. Бобылева] // *Здоровье Украины.* – 1999. – № 9. – С. 29.
35. Фатєєв А. І. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України / А. І. Фатєєв, Я. В. Пащенко. – Харків, 2003. – 72 с.

## СВИНЕЦ И КАДМИЙ В ПОЧВАХ АГРОЛАНДШАФТОВ ЖИТОМИРСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Т.Н. Мыслыва

Установлены особенности миграции Pb и Cd по профилю основных типов почв агроландшафтов, определены коэффициенты концентрации сильнофиксированных форм поллютантов в верхнем 0-20 см горизонте почвенного профиля. Установлено, что приоритетным загрязнителем почвенного покрова является свинец, содержание сильнофиксированных форм которого превышает фон в 9 – 15 раз.

Ключевые слова: свинец, кадмий, почва, агроландшафты, загрязнение, коэффициент концентрации.

## LEAD AND CADMIUM IN SOILS OF AGROLANDSCAPES OF ZHYTOMYR POLISSYA

T. Myslyva

The features of migration of Pb and Cd in the type of basic soils of agrolandscapes are set as well as the coefficients of concentration of mobile forms of pollutants in overhead 0-20 cm horizon of soil type are certain. It is set that lead is priority pollutant of soil cover and the maintenance of its mobile forms exceed a background in 9 – 15 times.

Keywords: lead, cadmium, soil, agrolandscapes, contamination, coefficient of concentration.

Дата надходження до редакції 01.03.2013 р.

Рецензент Е.А. Захарченко

УДК 633.34:631.582

## ВПЛИВ РОЗМІЩЕННЯ СОЇ В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ НА ЇЇ ВРОЖАЙНІСТЬ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В.І. Нагорний, к.с.-г.н., доцент, Сумський національний аграрний університет

Розглянуті питання розміщення сої в сівозмінах в північно-східному Лісостепу України. Визначена залежність урожайності сої в ланках сівозмін з короткою ротацією від метеорологічних умов року і схеми чергування культур. Встановлена перевага пшениці озимої та кукурудзи на зерно як попередників сої.

Ключові слова: соя, кукурудза, пшениця озима, короткоротаційна сівозміна, попередник.

**Постановка проблеми.** Цінною білково-олійною рослиною і прекрасним попередником для зернових та технічних культур є соя. Протягом останніх 10 років вона в Україні набула досить широкого розповсюдження. Посівні площі сої зросли в окремих регіонах в десятки разів. Сумщина не є виключенням, в 2012 році посівна площа під соєю склала 65,2 тисяч га, що в 13 раз більше порівняно з 2000 роком (5000 га). Зростає і цінність сої як попередника під озимі зернові культури через зменшення посівних площ гороху, культур кормової групи (багаторічних і однорічних трав, кукурудзи на силос та зелений корм). Натомість стрімко зростають площі під кукурудзою на зерно і соняшником.

Все це вимагає пошуку шляхів для формування високопродуктивних ланок сівозміни, бо ніщо так не дається дешево і не слугує так ефективно, як правильний вибір чергування рослин на полях і в часі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вибір місця в сівозміні під сою визначається ґрунтово-кліматичними умовами, відношенням її до попередників і особливостями сівозміни. Раніше сою в сівозміні розміщували після озимих колосових культур, посіяних по чистому пару, або в другому чи третьому полі після багаторічних трав, що пов'язано з відсутністю на той час ефек-

тивних гербіцидів. На той час мала істотне значення і скоростиглість сорту. Чим раніше збирали сою, тим довшим був період для якісної і своєчасної підготовки ґрунту під озимі культури або зяблевого обробітку [4].

В останні роки зросла роль сої як попередника під польові культури. Її відносять до культур – поліпшувачів родючості ґрунту. Соя економить ґрунтовий азот, створюючи надземну масу за рахунок азотфіксації (в основному) в симбіозі з бульбочковими бактеріями, а її коренева система має високу розчинну здатність по відношенню до фосфорнокислих та інших важкорозчинних мінеральних сполук, позитивно впливає на фізичні та хімічні властивості ґрунту. Крім того, маючи потужну листову вегетативну надземну масу добре затіняє ґрунт, тим самим перешкоджає його пересиханню і розвитку бур'янів [1].

Враховуючи ті обставини, що сою можна вирощувати в тих регіонах, де росте кукурудза на зерно, на особливу увагу заслуговують скорочені сівозміни з цією культурою, озимими та ярими колосовими хлібами. Після сої кукурудза збільшує врожайність зерна на 3-5 ц/га, ячменю на 4-6, пшениці озимої на 2,5-4,0 ц/га і більше порівняно з сівбою після інших просапних культур. Академік А. О. Бабич зазначає, що заміна ланки сівозміни горох (23 ц/га) – озима пшениця